অধ্যায় ২

MAIN TOPIC

পদার্থ বিজ্ঞানের একটি গুরুত্বপুর্ণ শাখা হচ্ছে বলবিজ্ঞান – যেখানে বলের ক্রিয়াধীন বস্তুর স্থিতি ও গতি নিয়ে আলোচনা করা হয়। এখানে আমরা শুধু গতি নিয়ে আলোচনা করবো। অধ্যায়টি শেষ করে আমরা যেসব বিষইয় সম্পর্কে জানতে পারবো:

- ✓ স্থিতি ও গতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ✓ বিভিন্ন প্রকার গতির মধ্যে পার্থক্য করতে পারব।
- ✓ স্কেলার ও ভেক্টর রাশি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ✓ গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের পারস্পারিক সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।
- ✓ বাধাহীন ও মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর গতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ✓ লেখচিত্রের সাহায্যে গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের মধ্যে সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।
- ✓ আমাদের জীবনে গতির প্রভাব উপলব্ধি করতে পারব।

স্থিতি ও গতি

চার দিকে তাকালেই আমরা আমাদের বিষয়টির সার্থকতা খোঁজে পাই। যেটি স্থির হয়ে আছে তাই "স্থিতি" এর উদাহরণ। যেমন: চেয়ার,টেবিল, বই, খাতা। অন্যদিকে যা চলমান তাই গতি এর উদাহরণ। যেমন: বাস, ট্রাক, ট্রেন। কিন্তু গতি বিষয়টি বুঝতে হলে আমাদের আরও একটি বিষয় সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে। তা হলো **"প্রসঙ্গ কাঠামো"।**

➢ প্রসঙ্গ কাঠামো:

যে বস্তু বা পরিপার্শ্বের সাথে তুলনা করে আমরা অন্য বস্তুর অবস্থান, স্থিতি, গতি ইত্যাদি নির্ণয় করি তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

"প্রসঙ্গ কাঠামো" এর ধারণা থেকে খুব সহজেই **"স্থিতি"** ও **"গতি"** এর সঙ্গা দেয়া যায়।

➢ স্থিতি:

সময়ের সাথে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোন বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন ঘটে না তখন ঐ বস্তুকে স্থিতিশীল বা স্থির বস্তু বলে। আর এ অবস্থান অপরিবর্তিত থাকাকে স্থিতি বলে।

➢ গতি:

সময়ের সাথে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোন বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন ঘটে তখন ঐ বস্তুকে গতিশীল বস্তু বলে। আর এ অবস্থান পরিবর্তনের ঘটনাকে গতি বলে।

কিন্তু কোন বস্তুর সাপেক্ষে স্থিতি বা গতি সেটি নিয়ে মাথা না ঘামালেও চলবে। কারণ **"মহাবিশ্বের সকল স্থিতিই আপেক্ষিক, সকল গতিই আপেক্ষিক"।**

একটি উদাহরণ বিষয়টিকে রাত-দিনের মত পরিষার করে দিবে।

ধরো, তুমি ও তোমার বন্ধু ঢাকা থেকে ট্রেনে রাজশাহী যাচ্ছো। যেহেতু তুমি ও তোমার বন্ধু পাশাপাশি বসে আছো তাই তোমরা একে অপরের সাপেক্ষে স্থির। কিন্তু ভেবে দেখ তো, তোমরা দুজনে আসলেই কী স্থির? তোমরা যখন ধানের ক্ষেতের মাঝখানে দিয়র ভ্রমণ করছো মাঠে থাকা কৃষকটি কিন্তু তোমাদেরকে গতিশীল দেখবে। তাহলে বুঝা গেল গতি ও স্থিতির বিষয়টি সম্পূর্ণ আপেক্ষিক।

বিভিন্ন প্রকার গতি

আমরা আমাদের জীবনে বিভিন্ন প্রকার গতির দেখা পাই। কিছু সরল পথে চলছে, কিছু নড়ছে আবার কিছু ঘুরছে। সকল ধরণের গতিই নির্দিষ্ট কিছু শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। নিচে গতির বিভিন্ন প্রকারভেদ বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

➢ রৈখিক গতি:

আমরা সবাই নিশ্চই ট্রেনে ভ্রমণ করেছি। ট্রেনটি একটি সরল লাইনের উপর সীমাবদ্ধ থাকে, তাই না? তাহলে আমরা এ ধরণের গতির সংজ্ঞা দিতে পারি এভাবে, কোন বস্তুর গতি যদি একটি সরলরেখার উপর সীমাবদ্ধ থাকে, তাহলে তার গতিকে রৈখিক বা সরলরৈখিক গতি বলে।

➢ ঘূর্ণন গতি:

বন্ধুরা, তোমরা যেখানে বসে আছো তার উপর দিকে তাকাও। গরমের দিনে এই জিনিসটির কথা আমরা সবচেয়ে বেশি স্মরণ করি। নিশ্চই ধরে ফেলেছো কোন জিনিসটির কথা বলছি। হ্যাঁ বস্তুটি ফ্যান। একটু লক্ষ্য করলেই দেখবে ফ্যান একটি কেন্দ্রে স্থির থেকে অনবরত ঘুরতে থাকে। ঘড়ির ক্ষেত্রেও এ বিষয়টি লক্ষ্য করবে। তাহলে ফ্যান বা ঘড়ির এ গতির সংজ্ঞা দেয়া যায়, "যখন কোনো বস্তু কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা রেখাকে কেন্দ্র করে ঘোরে তখন সে বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বা বৃত্তাকার গতি বলে"।

➢ চলন গতি:

একখানা বইকে যদি ঘুরতে না দিয়ে টেনে টেবিলের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে নিয়ে যাওয়া হয় দেখবে বইয়ের প্রতিটি কণা সমান সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করেছে। এটিই চলন গতির প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

সুতরাং, কোন বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দুরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিকে চলন গতি বলে।

➢ পর্যায়বৃত্ত গতি:

পৃথিবী কীভাবে সুর্যকে প্রদক্ষিণ করে তা কি দেখেছো, বন্ধুরা? একটি উপবৃত্তাকার পথে নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর ঘুরতে থাকে।পর্যায়বৃত্ত গতির সংজ্ঞাটি কিন্তু এই উদাহরণ থেকেই চলে আসে।

কোন গতিশীল বস্তু যদি এমন হয় যে, এটি এর গতি পথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুতে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে সেই গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

"ঘূর্ণন গতি একটি বিশেষ ধরনের পর্যায়বৃত্ত গতি"।

স্কেলার ও ভেক্টর রাশি

আমরা জানি, ভৌত জগতে যা কিছু পরিমাপ করা যায়, তাকে রাশি বলে। বস্তু জগতের সকল রাশিকে দুই ভাগে ভাগ করতে পারি। যথা:

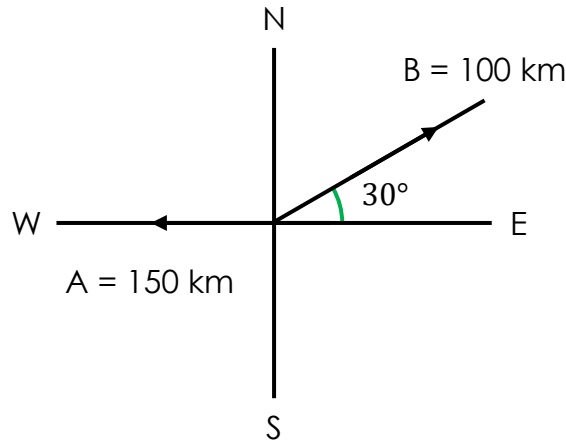
১। অদিক রাশি বা স্কেলার রাশি।

২। দিক রাশি বা ভেক্টর রাশি।

➢ স্কেলার রাশি:

আমরা যদি একটি গাড়ি 40 Kmh^{-1} বেগে চলছে । এর দ্বারা আমরা গাড়িটির দ্রুতি প্রকাশ করছি। আবার তোমার টবিলের দৈর্ঘ্য 1.5 মি. বলার পর এর দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না।

যে সকল ভৌত রাশিকে শুধু মান দিয়ে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায়, দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে। উদাহরণ: সরণ, বেগ, ত্বরণ, বল, তড়িৎ প্রাবল্য ইত্যাদি।

ভেক্টর রাশি $\vec{A}$ বা $|\vec{A}|$ দিয়ে নির্দেশ করে।

চিত্রে, A ভেক্টরটি একটি বস্তু, যেটি পশ্চিম দিকে 150 Km সরণ নির্দেশ করে। অন্যদিকে B ভেক্টরটি পূর্ব দিকের সাথে 30° কোণ করে 100 Km সরণ নির্দেশ করে।

স্কেলার ও ভেক্টর রাশির উদাহরণ

স্কেলার রাশি			ভেক্টর রাশি		
নাম	সংকেত	উদাহরণ	নাম	সংকেত	উদাহরণ
দূরত্ব	d	40 m	সরণ	s বা $\vec{s}$	40 m পুর্ব দিকে
দ্রুতি	v	30 ms^{-1}	বেগ	v বা $\vec{v}$	30 ms^{-1} উত্তর দিকে
সময়	t	15 s	বল	F বা $\vec{F}$	100 N উপরের দিকে
শক্তি	E	2000 J	ত্বরণ	a বা $\vec{a}$	9.8 ms^{-2} নিচের দিকে

➢ দুরত্ব ও সরণ:

ধরো, তুমি 4m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে 4 বার ঘুরলে এবং যেখান থেকে শুরু করে ছিলে সেখানেই থামলে এরপর তোমাকে যদি জিজ্ঞেস করা হয় তোমার সরণ কতটুকু হয়েছে? তুমি বলবে আমি 100 m অতিক্রম করে ফেলেছি। কিন্তু মজার ব্যাপার হচ্ছে, তোমার অতিক্রান্ত দুরত্ব 100 m হলেও সরণ 0। কারণ, কোনো বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী নূন্যতম দূরত্ব অর্থাৎ **সরলরৈখিক দুরত্বই হচ্ছে সরণের মান** এবং সরণের দিক হচ্ছে বস্তুর আদি অবস্থান থেকে শেষ অবস্থানের দিকে। বৃত্তাকার পথে ঘুরে আবার একই অবস্থানে আসলে তোমার আদি ও অন্ত অবস্থান একই। তাই নয় কি বন্ধুরা?

সরণের মাত্রা হলো দৈর্ঘের মাত্রা। যেহেতু সরণ একটি নির্দিষ্ট দিক বরাবর সংঘটিত হয় তাই সরণ ভেক্টর রাশি।

$\therefore [s] = L$

➢ দ্রুতি:

ধরা যাক, রিমন 100 মিটার দুরুত্ব 50 সেকেন্ডে পার হল। অন্যদিকে আয়মান একই দুরত্ব 40 সেকেন্ডে পার হলে কে দ্রুত চলেছে? নিশ্চয় আয়মান।

1 সেকেন্ডে আয়মানের অতিক্রান্ত দুরত্ব $\frac{100}{40} = 2.5$ মি.

1 সেকেন্ডে রিমনের অতিক্রান্ত দুরত্ব $\frac{100}{50} = 2$ মি.

যেহেতু আয়মান 1 সেকেন্ডে রিমনের চেয়ে বেশি দুরুত্ব অতিক্রম করেছে তাই আয়মান রিমনের চেয়ে দ্রুত চলেছে।

কোনো বস্তুর দ্রুতি নির্ভর করে **সময় ও অতিক্রান্ত দূরত্বের** উপর। দ্রুতির সংজ্ঞা হিসেবে আমরা বলতে পারি, সময়ের সাথে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।

$$\text{অতএব, দ্রুতি} = \frac{\text{সময়}}{\text{দুরত্ব}}$$

$$\text{বা,} \quad v = \frac{d}{t}$$

দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি। দ্রুতির মাত্রা $\frac{\text{সময়}}{\text{দুরত্ব}}$ এর মাত্রা।

$$\therefore \quad [V] = \frac{L}{T} = LT^{-1}$$

দ্রুতির একক $\frac{\text{মিটার}}{\text{সেকেন্ড}}$ (ms^{-1})

Note: গাড়ির স্পিডো মিটারের দ্রুতি kmh^{-1} এ দেয়া থাকে।

➤ গড় দ্রুতি:

যদি কোনো গাড়ি ঢাকা থেকে চট্টগ্রাম যাওয়ার সময় 7 ঘণ্টায় 350 কি. মি. অতিক্রম করে তবে তার গড় দ্রুতি হচ্ছে $\frac{350km}{7h} = 50kmh^{-1}$।এখানে গড় দ্রুতি বলার কারণ হলো গাড়ি চলার পথে প্রত্যেক ঘণ্টায় 50 কি. মি. পথ অতিক্রম করেছে এমন কোন কথা নেই। গাড়িটি কখনো এর চেয়ে আস্তে বা জোরেও যেতে পারে।

$$\text{গড় দ্রুতি} = \frac{\text{মোট দুরত্ব}}{\text{মোট সময়}}$$

➢ তাৎক্ষণিক দ্রুতি:

ধরো, তুমি মাশরাফির কোন বলের দ্রুতি কত তা জানতে চাও। এজন্য তোমাকে তাৎক্ষণিক দ্রুতির সাহায্য নিতে হবে।

যে কোন মূহুর্তের প্রকৃত বা তাৎক্ষণিক বের করতে হলে আমাদের অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব জানতে হবে। তার পর সেই দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বের করতে হবে।

➢ বেগ:

আমরা কিছুক্ষণ আগে দ্রুতি নিয়ে আলোচনা করেছি। সাধারণ কথা বার্তায় আমরা বেগ ও দ্রুতিকে একই অর্থে ব্যবহার করলেও বৈজ্ঞানিক পরিভাষায় এ দুটি শব্দের ভিন্নতা রয়েছে। দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি সুতরাং বুঝতেই পারছো এখানে কোন দিকে কোন বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন হচ্ছে তার উল্লেখ নেই। কিন্তু বেগের ক্ষেত্রে, কোনো বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্ট দিকে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাই বেগ। যেহেতু এক্ষেত্রে দিকের উল্লেখ রয়েছে তাই বেগ একটি ভেক্টর রাশি।

যদি কোনো বস্তু t সময়ে নির্দিষ্ট দিকে s দুরত্ব অতিক্রম করে তাহলে বেগ, $v = \frac{v}{t}$

বেগের মাত্রা ও দ্রুতির মাত্রা একই তা হলো $[LT^{-1}$ একক ms^{-1}।

উপরোক্ত আলোচনা থেকে একটি বিষয় স্পষ্ট যে, বস্তুর বেগের মানই তার দ্রুতি। নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর দ্রুতিই তার বেগ।

আবার, যদি গতিশীল কোনো কোনো বস্তুর বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষমবেগ বা সমবেগ বলে। **শব্দের বেগ** সুষম বেগের উদাহরণ।

Note: $0°$ c তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ প্রতি সেকেন্ডে 332 মিটার।

➢ অসমবেগ:

কোন বস্তু যদি গতিকালে তার বস্তুর মান বা দিক বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে তাহলে বস্তুর সেই বেগকে অসমবেগ বলে। আমাদের চলা-ফেরা, গাড়ির বেগ ইত্যাদি অসমবেগের উদাহরণ।

➢ ত্বরণ ও মন্দন:

ধরো, তুমি গাড়িতে করে প্রতিদিন কলেজে আসো। একদিন তোমার শিক্ষক তোমাকে বলল, তুমি যে গাড়িতে করে কলেজে আসো সে গাড়ির প্রতি ৪ সেকেন্ডে বেগ কত হয় তা খাতায় লিখে আনবে। শিক্ষকের কথা মতো তুমি ড্রাইভারের পাশে বসে প্রতি ৪ সেকেন্ডে গাড়ির বেগ লিপিবদ্ধ করলে।

বেগ-সময় সারণি

ক্রমিক নং	বেগ (ms^{-1})	সময়
1	0	0
2	4	8
3	8	16
4	12	24

এ সারণি থেক দেখা গেল, গাড়িটির প্রথম ৪ সেকেন্ডেও 4 ms^{-1} বেড়েছে। সুতরাং প্রতি ৪ সেকেন্ড ব্যবধানে গাড়িটির বেগের পরিবর্তন হয়েছে 4 ms^{-1}। সুতরাং প্রতি সেকেন্ডে গাড়ির বেগের পরিবর্তনের হার $= \frac{4\ ms^{-1}}{8s} = 0.5\ ms^{-1}$।

বেগের পরিবর্তনের হার বা একক সময়ে বেগ পরিবর্তনকেই ত্বরণ বলে। যদি সংজ্ঞাটি গুছিয়ে লিখি তবে বলতে পারি, সরল পথে চলমান বস্তুর সময়ের সাথে বেগ বৃদ্ধির হারকে ত্বরণ বলে। আর যদি সময়ের সাথে বেগ হ্রাস পায় তাকে মন্দন বলা হয়।

Note: বেগ যদি বৃদ্ধি পায় তবে বেগের পরিবর্তন বেগের দিকে। এক্ষেত্রে ত্বরন হবে ধণাত্মক। আর বেগ হ্রাস পেলে বেগের পরিবর্তন বেগের বিপরীত দিকে। এক্ষেত্রে ত্বরণ ঋণাত্মক বা একে মন্দন বলা হয়।

যদি আদিবেগ u এবং t সময় পরে তার শেষবেগ v হয় তবে,

t সময়ে বেগের পরিবর্তন = v-u

∴ একক সময়ে বেগের পরিবর্তন $=\frac{v-u}{t}$

∴ বেগের পরিবর্তনের হার বা ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

মাত্রা: ত্বরণের মাত্রা $\frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$ এর মাত্রা

ত্বরণ= $\frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}\times\text{সময়}} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়২}}$

∴ $[a]=\frac{L}{T^2} = LT^{-2}$

একক $\frac{ms^{-1}}{s}$ বা ms^{-2}

ত্বরণ আবার দু’ রকম হতে পারে। যেমন:

➢ সুষম ত্বরণ:

কোন বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে বাড়তে থাকে তাহলে সে ত্বরণকে সষম ত্বরণ বলে। যেমন: অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ যা $9.8\, ms^{-2}$।

➢ অসম ত্বরণ:

যদি সময়ের সাথে বেগ বৃদ্ধির হার সমান না হয় তবে তাকে অসম ত্বরণ বলে। যেমন: সাইকেল, রিকশা, বাসের ত্বরণ।

➢ পড়ন্ত বস্তুর গতি:

তোমরা কি জান এ মহা বিশ্বের প্রতিটি বস্তু কণাই একে অপরকে আকর্ষণ করে। এই মহা বিশ্বের যে কোন দুই বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাই মহাকর্ষ। তাহলে বলো তো অভিকর্ষ কী? কোন বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণকে অভিকর্ষ বলে। যেমন ধরো, চাঁদ ও পৃথিবীর মধ্যে যে আকর্ষণ বল তা অভিকর্ষ আবার চাঁদ ও সূর্যের আকর্ষণ বল মহাকর্ষ।

➢ অভিকর্ষজ ত্বরণ:

অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূ-পৃষ্ঠে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। অভিকর্ষজ ত্বরণকে **g** দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অভিকর্ষ ত্বরণের মাত্রা $[LT^{-2}]$ এবং একক ms^{-2}

ভূ-পৃষ্ঠের যেকোন স্থানে g এর মানের রাশিমালা, $g = \frac{GM}{R^2}$

M = পৃথিবীর ভর

G = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক

R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ্য

Note: মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ্য R তাই g এর মান সবচেয়ে বেশি।

বিষুবীয় অঞ্চলে R এর মান বেশি তাই g এর মান কম।

$45°$ অক্ষাংশে সমুদ্র সমতলে g এর মান আদর্শ এবং তা হলো $9.8\, ms^{-2}$ বা 9.81 মি.

বন্ধুরা, তোমরা চিন্তা করে দেখেছো তোমার বাসার ছাদ হতে একটি পাথর ও এক টুকরো কাগজ যদি একসাথে ফেলা হয় কোনটি আগে মাটিতে পৌছাবে? অবশ্যই পাথরটি আগে পৌছাবে। কেনো বলতো এমন হলো? যেহেতু অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না তাই দুটি বস্তু একই সময়ে মাটিতে পৌছানোর কথা। আসলে বাতাসের বাঁধার জন্য তারা ভিন্ন ভিন্ন সময়ে পৌছায়। বাতাসের বাঁধা না থাকলে তারা অবশ্যই একই সময়ে মাটিতে পৌছাত।

পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলি

পড়ন্ত বস্তু সম্পর্কে গ্যালেলিও তিনটি সূত্র বের করেন। সূত্র তিনটি হলো:

➢ প্রথম সূত্র:

স্থির অবস্থান ও একই উচ্চতা থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

❖ দ্বিতীয় সূত্র:

স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে (t) প্রান্ত বেগ (v) ঐ সময়ের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, voot

❖ তৃতীয় সূত্র:

স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক। অর্থাৎ $hoot^2$

সূত্র পরিচিতি

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$v = u + at$	$v =$ শেষ বেগ	মি./সে. (ms^{-1})
	$u =$ আদিবেগ	
	$a =$ ত্বরণ	মি./সে. ২(ms^{-2})
	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)
$v^2 = u^2 + 2as$	$v =$ শেষ বেগ	মি./সে. (ms^{-1})
	$u =$ আদিবেগ	
	$a =$ ত্বরণ	মি./সে. ২(ms^{-2})
	$s =$ দূরত্ব	মিটার (m)
$v^2 = u^2 + 2as$	$s =$ দূরত্ব	মিটার (m)
	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)
	$a =$ ত্বরণ	মি./সে.২(ms^{-2})
$S=ut+\frac{1}{2}at^2$	$u =$ আদিবেগ	মি./সে. (ms^{-1})
	$v =$ শেষবেগ	মি./সে. (ms^{-1})

পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলি

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$S=ut+\frac{1}{2}at^2$	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)
$S=ut+\frac{1}{2}at^2$	$a =$ ত্বরণ	মি./সে.২(ms^{-2})
$S=ut+\frac{1}{2}at^2$	$u =$ আদিবেগ	মি./সে. (ms^{-1})
	$v =$ শেষবেগ	মি./সে. (ms^{-1})

সূত্র সম্পর্কীয় আলোচনা

❑ সূত্র ১:

কোন বস্তুর শেষবেগ, তার ত্বরণ, সময়ের গূণফলের সাথে আদিবেগের যোগফলের সমান।

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$v = u + at$	$v =$ শেষ বেগ	মি./সে. (ms^{-1})
	$u =$ আদিবেগ	
	$a =$ ত্বরণ	মি./সে. ২(ms^{-2})
	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)

- **সূত্র সম্পর্কীত গাণিতিক সমস্যা:**

১। একটি ট্রেনের বেগ $5ms^{-1}$ থেকে সুষম ভাবে বৃদ্ধি পেয়ে 10 s পরে $40ms^{-1}$ হয়। গাড়িটির ত্বরণ বের কর।

Ans: দেওয়া আছে,

আদি বেগ, $u = 5ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 40\ ms^{-1}$

সময়, $t = 10\ s$

ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি,

$$v = u + at$$

বা, $at = v - u$

বা, $a = \frac{v - u}{t}$

বা, $a = \frac{40ms^{-1} - 5ms^{-1}}{10s}$

বা, $a = 3.5ms^{-2}$

∴ নির্ণেয় ত্বরণ $3.5ms^{-2}$

২। একটি হরিণ একটি বাঘ থেকে 15m এগিয়েছিল। বাঘ হরিণটিকে ধরার জন্য $2ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে দৌড়াতে লাগল। হরিণটি ও $20ms^{-1}$ সুষম বেগে দৌড়াতে থাকলে কখন বাঘ ও হরিণের বেগ সমান হবে?

Ans: এখানে,

বাঘের আদি বেগ, $u = 0$

বাঘের শেষবেগ, $v = 20\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 2ms^{-2}$

সময়, $t = ?$

আমরা জানি,

$$v = u + at$$

বা, $at = v - u$

বা, $t = \frac{v - u}{a} = \frac{20\ ms^{-1} - 0\ ms^{-1}}{2ms^{-2}}$

$= 10\ ms^{-1}$

∴ দৌড় শুরু করার 10 s পর বাঘের বেগ হনিণের বেগের সমান হবে।

❑ সূত্র ২:

কোন বস্তুর শেষবেগের বর্গ, তার ত্বরণ ও সরণের গুণফলের দ্বিগুণের সাথে আদিবেগের বর্গের যোগফলের সমান।

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$v^2 = u^2 + 2as$	$\mathrm{v} =$ শেষ বেগ	মি./সে. (ms^{-1})
	$\mathrm{u} =$ আদিবেগ	
	$\mathrm{a} =$ ত্বরণ	মি./সে. ²(ms^{-2})
	$\mathrm{s} =$ দূরত্ব	মিটার (m)

▪ সূত্র সম্পর্কীত গাণিতিক সমস্যা:

১। 108 kmh^{-1} বেগে চলন্ত একটি ট্রাক 50 m দূরে একটি ভ্যানকে দেখে ব্রেক চেপে দিল। এতে ট্রাকটি ভ্যানের সামনে এসে থেমে গেল। ট্রাকটি কত ত্বরণে এসে থেমেছিল?

Ans: এখানে,

ট্রাকের আদিবেগ, $\mathrm{u} = 108\ kmh^{-1}$

$$= \frac{180\times1000}{3600}\ ms^{1}$$

$$= 30\ ms^{1}$$

অতিক্রান্ত দুরত্ব, $\mathrm{s} = 50\mathrm{m}$

শেষ বেগ, $\mathrm{v} = 0\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $\mathrm{a} = ?$

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $(0)^2 = (30\, ms^1)^2 + 2 \times a \times 50m$

বা, $2a \times 50m = -900m^2s^{-2}$

বা, $a = \frac{-900m^2s^{-2}}{2 \times 50m}$

বা, $a = -9\, ms^{-2}$

$\therefore$ গাড়িটি $-9\, ms^{-2}$ ত্বরণে বা $9\, ms^{-2}$ মন্দনে থেমেছিল।

২। একটি দেয়ালের পুরত্ব 50 cm। আবির তার বন্দুক হতে 5g ভরের একটি গুলি 200 ms^{-1} বেগে ছুড়ল। এতে গুলিটি দেয়ালের মধ্যে 28cm প্রবেশ করে গতিবেগ অর্ধেক হয়ে গেল। আবিরের গুলিটির অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব নির্ণয় কর।

Ans: এখানে,

গুলির আদি বেগ, $u = 200\, ms^{-1}$

গুলির শেষবেগ, $v = \frac{200}{2} ms^{-1} = 100ms^{-1}$

গুলির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = 28\, cm = 0.28m$

ত্বরণ a হলে,

বা, $v^2 = u^2 + 2as_1$

বা, $2as_1 = v^2 - u^2$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s_1} = \frac{(100ms^{-1})^2 (200ms^{-1})^2}{2 \times 0.28m}$

বা, $a = \frac{(100ms^{-1})^2 (200ms^{-1})^2}{0.56m}$

বা, $a = -5.351 \times 10^4\, ms^{-2}$

এ ত্বরণ নিয়ে গুলিটি আরও s_2 দূরত্ব অতিক্রম করে।

এক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u_1 = 100\ \text{ms}^{-1}$

শেষবেগ, v =0

আমরা জানি,

$${v_1}^2 = {u_1}^2 + 2as_2$$

বা, $2as_2 = {v_1}^2 - {u_1}^2$

বা, $s_2 = \dfrac{0^2 - (100ms^{-1})^2}{2 \times (-5.357 \times 10^4 ms^{-2})}$

বা, $s_2 = \dfrac{-10000m^2s^{-2}}{-107140ms^{-2}}$

বা, $s_2 = 0.0933m = 9.33m$

সুতরাং, আবিরের গুলির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s{=}s_1 + s_2$

$= (28 + 9.33)cm$

$= 37.33cm$ (Ans.)

৩। একটি রাইফেলের গুলি একটি তক্তাকে ভেদ করতে পারে। যদি গুলির বেগ ৪ গুণ করা হয়, তবে অনুরূপ কয়টি তক্তা ভাদ করতে পারবে?

মনেকরি, তক্তার পুরত্ব =x

১ম ক্ষেত্রে গুলির আদিবেগ u

শেষবেগ, v=0

মন্দন, a

সরণ, s = x

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 - 2as$$

বা, $0 = u^2 - 2ax$

বা, $a = \frac{u^2}{2x}$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, তক্তার সংখ্যা n ধরলে,

মোট পুরত্ব বা সরণ, $s_1 = nx$

আদিবেগ, $u_1 = 8u$

শেষবেগ, $v_1 = 0$

মন্দন, $a = \frac{u^2}{2x}$

আমরা জানি,

$$v_1{}^2 = u_1{}^2 - 2as_1$$

বা, $0 = (8u)^2 - 2 \times \frac{u^2}{2x} \times nx$

বা, $nu^2 = 64\,u^2$

বা, $n = 64$

∴ তক্তার সংখ্যা 64 টি।

❑ সূত্র ৩:

কোন বস্তু সমত্বরণে u আদিবেগে চললে t সময় পরে v বেগ প্রাপ্ত হয় এবং s দুরত্ব অতিক্রম করে। কোনো বস্তুর সরণ তার বেগ ও সময়ের গুণফলের সমান।

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$v^2 = u^2 + 2as$	s = দূরত্ব	মিটার (m)
	t = সময়	সেকেন্ড (s)
	a = ত্বরণ	মি./সে.^২ (ms^{-2})
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	u = আদিবেগ	মি./সে. (ms^{-1})
	v = শেষবেগ	মি./সে. (ms^{-1})

সূত্র সম্পর্কীত গাণিতিক সমস্যা:

১। একটি বল 20 ms^{-1} সমবেগে গতিশীল থাকলে 3 s এ এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে তা নির্ণয় কর।

Ans: এখানে,

বেগ, $v = 20\ ms^{-1}$

সময়, $t = 3$ s

অতিক্রান্ত দুরত্ব, $s = vt$

$= 20\ ms^{-1} \times 3$ s

$= 60$ m

∴ 3 s এ বলটি 60 m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

২। ভুমি ত্যাগ করার পূর্বে স্থির অবস্থান হতে একটি বিমান 10 ms^{-1} বেগে 2km চলে। রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির কত সময় লাগবে?

Ans: দেওয়া আছে,

আদিবেগ, u = 0

ত্বরণ, a= 10 ms^{-2}

অতিক্রান্ত দুরত্ব, s = 2km=2000m

সময়, t = ?

আমরা জানি,

$S=ut+\frac{1}{2}at^2$

বা, $S=0 \times t + \frac{1}{2} \times 10\, ms^{-2} \times t^2$

বা, $2000\text{ m}=5\, ms^{-2} \times t^2$

বা, $t^2=400s^2$

বা, $t = 20\, s$

∴ রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির 20 s সময় লাগবে।

৩। 1000 kg ভরের দুইটি ট্রাক $6ms^{-1}$ ও $9ms^{-1}$ বেগে যাত্রা শুরু করে একই সময়ে পৌছাল। ট্রাক দুইটির ত্বরণ যথাক্রমে $5ms^{-2}$ ও $3ms^{-2}$। ট্রাক দুইটি কত সময়ে গন্তব্যস্থলে পৌঁছল?

Ans: এখানে, ১ম গাড়ির ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u_1 = 6ms^{-1}$

ত্বরণ, $a_1 = 5ms^{-2}$

২য় ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u_2 = 9ms^{-1}$

ত্বরণ, $a_2 = 3ms^{-2}$

ধরি, উভয় ট্রাক t সময় যাবত গতিশীল থেকে s দূরত্ব অতিক্রম করে।

১ম ট্রাকের জন্য, $s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$ -------------------(i)

২য় ট্রাকের জন্য, $s = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$ -------------------(ii)

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে,

$$u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

বা, $(u_1 - u_2)t = \frac{1}{2}(a_2 - a_1)t^2$

বা, $u_1 - u_2 = \frac{1}{2} \times t \times (a_2 - a_1)$

বা, $t = \frac{2(u_1 - u_2)}{(a_2 - a_1)}$

বা, $t = \frac{2(6ms^{-1} - 9ms^{-1})}{(3ms^{-2} - 5ms^{-2})} = \frac{2 \times (-3ms^{-1})}{(-2ms^{-2})}$

$$= 3s$$

ট্রাক দুটি $3s$ সময়ে গন্তব্যে পৌঁছে।

৪। একটি ট্রেন স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে $5ms^{-2}$ সমত্বরণে 118 m দূরত্ব অতিক্রম করে। ট্রেনটি 4o m এর পর থেকে $4ms^{-2}$ ত্বরণে গমন করলে সময়ের পরিমাণ নির্ণয় কর।

Ans: ট্রেনটি প্রথম 4o m দূরত্ব $5ms^{-2}$ ত্বরণে অতিক্রম করে এবং বাকি (118-40)m=78m দূরত্ব $4ms^{-2}$ ত্বরণে গমন করেছে।

এখানে, আদিবেগ, $u = 0$

দূরত্ব, $s = 40m$

ত্বরণ, $a = 5\ ms^{-2}$

শেষবেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $v^2 = 0 + 2 \times 5\ ms^{-2} \times 40m$

বা, $v^2 = 40\ m^2s^{-2}$

$\therefore$ $v = 20\ ms^{-1}$

আবার, ধরি 40 m এর পর থেকে বাকি 78 m দূরত্ব অতিক্রমের পথে সময় t

আমরা জানি,

আদিবেগ, $u = 20\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 4ms^{-2}$

দূরত্ব, $s = 78$ m

সময়, $t = ?$

$S = ut + \frac{1}{2}at^2$

বা, $78 = 20t + \frac{1}{2} \times 4 \times t^2$

বা, $2t^2 + 20t - 78 = 0$

বা, $t^2 + 10t - 39 = 0$

বা, $t^2 + 13t - 3t - 39 = 0$

বা, $t(t+13) - 3(t+13) = 0$

$\therefore$ $t = 3$ $t = -13$ [ঋণাত্মক মান গ্রহণযোগ্য নয়]

$\therefore$ বাকি পথ অতিক্রম করতে 3 s সময় লাগবে।

❑ সূত্র ৪:

❖ পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলি:

(i) কোন পড়ন্ত বস্তুর শেষবেগ ঐ বস্তুর অভিকর্ষজ ত্বরণ ও সময়ের গুণফলের দ্বিগুণের সাথে আদিবেগের যোগফলের সমান।

(ii) পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শেষবেগের বর্গ তার অভিকর্ষজ ত্বরণ ও অতিক্রান্ত দূরত্বের গুনফলের দ্বিগুণের সাথে আদিবেগের বর্গের গুণফলের সমান।

(iii) পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব, গড়বেগ ও সময়ের গুনফলের সমান।

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$S=ut+\frac{1}{2}at^2$	t = সময়	সেকেন্ড (s)
$S=ut+\frac{1}{2}at^2$	a = ত্বরণ	মি./সে.২ (ms^{-2})
$S=ut+\frac{1}{2}at^2$	u = আদিবেগ	মি./সে. (ms^{-1})
	v = শেষবেগ	মি./সে. (ms^{-1})

Note: নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে (+) এর স্থলে (-) ব্যাবহার করতে হবে।

সূত্র সম্পর্কীত গাণিতিক সমস্যা:

১। গভীর একটি কূপে একটি পাথর নিক্ষিপ্ত হলো। কূপের মধ্যে শব্দের বেগ হলে পাথর নিক্ষেপের মুহূর্তে থেকে এটি পতনের শব্দ শুনতে অতিক্রান্ত সময় বের কর।

Ans: মনেকরি,

পাথর পানিতে পড়তে সময় লাগে t_1 এবং পাথরটি পানিতে পড়ার শব্দ কূপের কিনারা পর্যন্ত পৌঁছতে সময় t_2

এখানে, পাথরের আদিবেগ, u = 0

অতিক্রান্ত দূরত্ব, h= 44.1 m

অভিকর্ষজ ত্বরণ, g = 9.8 ms^{-2}

সময়, t_1 = ?

আমরা জানি,

$$h = ut_1 + \frac{1}{2}gt_1{}^2$$

বা, $44.1\text{ m} = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8\, ms^{-2} \times t_1{}^2$

বা, t_1 =3 s

আবার, ফিরে আসার সময়,

$$h = vt_2$$

বা, $t_2 = \frac{v}{h} = \frac{44.1\, m}{340 ms^{-1}} = 0.13\, s$

∴ মোট সময়, t = $t_1 + t_2$

$= 3s + 0.13\, s$

$= 3.13\, s$

SOLVED CQ

১। সকল বোর্ড

একটি গাড়ি স্থিরাবস্থান হতে যাত্রা শুরু করে 6s সময় পর্যন্ত $2ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে চলার পর 1min সমদ্রুতিতে চলে।

(ক) মন্দন কী?

(খ) বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয় কেন?

(গ) সুষম ত্বরণে বস্তুটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দুরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি বস্তুটি উদ্দীপকের সম্পূর্ণ দুরত্ব $2ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে অতিক্রম করত তবে মোট কত সময় লাগত?

১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) মন্দন কী?

সময়ের সাথে-সাথে অসমবেগ হ্রাস পাওয়াকে মন্দন বলে।

(খ) বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয়?

বস্তুর ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে সামান্য চাপা। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ সব চাইতে কম। ফলে মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ বেশি এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ বেশি হলে মেরু অঞ্চলে যেকোনো বস্তুর ওজনও বেশি। অন্যদিকে বিষুবীয় অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ্য বেশি বলে অভিকর্ষজ ত্বরণ কম। অভিকর্ষজ ত্বরণ কম হওয়ায় ঐ অঞ্চলে বস্তুর ওজন ও সে হারে কমবে। এ কারণে বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন রকম হয়।

(গ) সুষম ত্বরণে অতিক্রান্ত দুরত্ব নির্ণয় কর।

মনে করি, সুষম ত্বরণে অতিক্রান্ত দুরুত্ব s_1

দেওয়া আছে, সময়, $t_1 = 6s$

ত্বরণ, a = $2ms^{-2}$

আদিবেগ, u = 0

আমরা জানি,

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1{}^2$$

$$= 0 \times t_1 + \frac{1}{2} \times 2ms^{-2} \times (6s)^2$$

$$= 36m$$

অতএব, সুষম ত্বরণে বস্তুটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব 36 m.

Ans: সুষম ত্বরণে অতিক্রান্ত দূরত্ব $36m$

(ঘ) যদি উদ্দীপকের সম্পূর্ণ দুরত্ব $2ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে অতিক্রম করত তবে মোট কত সময় লাগত?

মনে করি, ১ম 6s পর প্রাপ্ত বেগ v

$\therefore$ V $= u + at$

$= 0 + 2ms^{-2} \times 6s$

$= 12ms^{-1}$

u = $0\ ms^{-1}$ [যেহেতু শুরুতে গাড়িটি স্থির অবস্থানে ছিলো]

t = 6s

a = $2ms^{-2}$

আবার,

গ নং হতে, সুষম ত্বরণে অতিক্রান্ত দূরত্ব $s_1 = 36m$

সমদ্রুতিতে অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

$$s_2 = vt_2 = 12ms^{-1} \times 60s$$

$$= 720m$$

সমদ্রুতিতে চলার সময়, $t_2 = 1\ min$

$= 60s$

∴ প্রথম ক্ষেত্রে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, s = $s_1 + s_2$

= 36m + 720m

= 756m

আবার, মনেকরি, সম্পূর্ণ দুরত্ব $2ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময় হলো, t

আমরা জানি,

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

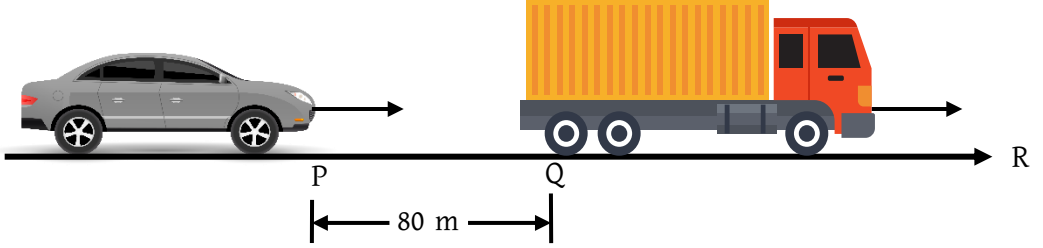
বা, $s = \frac{1}{2} \times at^2$ [u = 0]

বা, $t^2 = \frac{2s}{a}$

বা, $t = \sqrt{\frac{2 \times 756m}{2ms^{-2}}} = 27.5s$

অতএব, সম্পূর্ণ দূরত্ব 2 ms^{-1} সুষম ত্বরণে অতিক্রম করতে 27.5 s সময় লাগবে।

Ans: 27.5s

২। কু. বো. '১৮

P অবস্থান থেকে একটি প্রাইভেট কার $21ms^{-1}$ সমবেগে এবং Q অবস্থান থেকে অপর একটি ট্রাক স্থির অবস্থান হতে $2ms^{-2}$ ত্বরণে একই দিকে চলছে?

(ক) ত্বরণ কাকে বলে?

(খ) সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ শুণ্য কেন?

(গ) ট্রাকটির 20 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) চলার পথে প্রাইভেট কার ও ট্রাকটি পরস্পরকে কতবার অতিক্রম করবে? গাণিতিক যুক্তি সহ বিশ্লেষণ কর।

২ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) ত্বরণ কাকে বলে?

সময়ের সাথে সাথে অসমবেগের বৃদ্ধিকে ত্বরণ বলে।

(খ) সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ শুণ্য কেন?

যদি কোন কণার গতিকালে তার বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ কণাটি যদি নির্দিষ্ট দিকে সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে বস্তুর বেগকে সমবেগ বা সুষম বেগ বলে। আবার সময়ের সাথে অসমবেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। অর্থাৎ ত্বরণ হয় অসমবেগের ক্ষেত্রে, কারণ সময়ের সাথে অসমবেগের পরিবর্তন ঘটে কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে বেগের কোনো পরিবর্তন ঘটে না। তাই এক্ষেত্রে কোনো ত্বরণ থাকে না। এ কারণেই সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ শূন্য হয়। তাই সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না।

(গ) ট্রাকটির 20 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

দেওয়া আছে, আদিবেগ, u = $0ms^{-1}$

ত্বরণ, a = $2ms^{-2}$

মনে করি, সময়, $t_1 = 19s$

$t_2 = 20s$

১ম 19 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব = s_1

এবং ১ম 20 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব = s_2

১ম 19 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব $s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1{}^2$

$$= 0 \times t_1 + \frac{1}{2} \times 2ms^{-2} \times (19s)^2$$

$$= 361m$$

আবার,

১ম 20 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব $s_2 = ut_2 + \frac{1}{2}at_2{}^2$

$$= 0 \times t_2 + \frac{1}{2} \times 2ms^{-2} \times (20s)^2$$

$$= 400m$$

অতএব, 20 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, s = $s_2 - s_1$

বা, s = $400m - 361m$

∴ s = $39m$

Shortcut

আমরা জানি, t সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = u + \frac{1}{2}a(2t - 1)$$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 2(2 \times 20 - 1)$$

= $39m$

যেখানে,

u= আদিবেগ =0

a= ত্বরণ =$2ms^{-2}$

t= কত তম সময় =20s

(ঘ) চলার পথে প্রাইভেট কার ও ট্রাকটি পরস্পরকে কতবার অতিক্রম করবে?

মনে করি, t সময় পর প্রাইভেট কার ও ট্রাক পরস্পরকে অতিক্রম করবে।

দেওয়া আছে,

প্রাইভেট কারের বেগ, $v = 21ms^{-1}$

ট্রাকের বেগ, $u = 0$

ত্বরণ, $a = 2ms^{-2}$

এখন,

t s এ ট্রাক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 2 \times t^2$$

$$= t^2$$

আবার,

t সেকেন্ডে প্রাইভেট কার কর্তৃক সমবেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

$$s_2 = vt = 21 \times t = 21t$$

প্রশ্নমতে,

$$s_1 + 80 = s_2$$

বা, $t^2 + 80 = 21t$

বা, $t^2 - 21t + 80 = 0$

বা, $t^2 - 16t - 5t + 80 = 0$

বা, $t(t - 16) - 5(t - 16) = 0$

বা, $(t - 16)(t - 5) = 0$

[যেহেতু, প্রাইভেট কার ট্রাক থেকে 80m পিছনে ছিল, তাই ট্রাকটি অতিক্রম করতে t secএ প্রাইভেট কারকে $(80 + s_1)$m অতিক্রম করতে হবে]

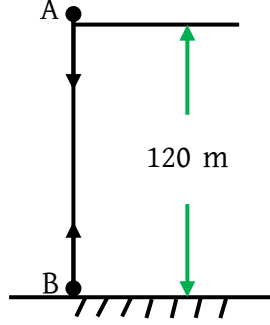
$t - 16 = 0$

বা, $t = 16s$

$t - 5 = 0$

বা, $t = 5s$

অতএব, যাবার পথে প্রাইভেট কার ও ট্রাক পরস্পরকে দুইবার অতিক্রম করবে। প্রথমবার 5s পরে দ্বিতীয় বার এবং 16s পরে প্রাইভেট কার ও ট্রাক পরস্পরকে অতিক্রম করবে।

৩। কু. বো. '১৬

চিত্রে একটি বস্তু A-কে 120m উঁচু থেকে ফেলে দেয়া হলো। একই সময় অপর একটি বস্তু B-কে 19.6 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

(ক) মাত্রা কাকে বলে?

(খ) তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

(গ) 1.8s পরে A বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর।

(ঘ) ভূমি ছাড়া বস্তুদ্বয় মিলিত হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যুক্তি দাও।

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) মাত্রা কাকে বলে?

কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সুচককে রাশিটির মাত্রা বলে।

(খ) তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে গতিশীল কোনো বস্তুর কোনো একটি বিশেষ মুহূর্তের দ্রুতিকে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

যে কোনো মুহূর্তের প্রকৃত বা তাৎক্ষণিক দ্রুতি বের করতে হলে আমাদেরকে অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব জানতে হবে। অতঃপর সেই দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বের করতে হবে।

অর্থাৎ তাৎক্ষণিক দ্রুতি = $\frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}}$।

(গ) 1.8s পরে A বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর।

এখানে, দেওয়া আছে,

আদিবেগ, u = 0 ms^{-1} [যেহেতু, বস্তুটি স্থির অবস্থানে ছিল]

অভিকর্ষজ ত্বরণ, g = 9.8 ms^{-2}

সময়, t = 1.8s

আমরা জানি, v = u + gt = 0 + 9.8 ms^{-2}×1.8s

∴ v = 17.64 ms^{-1}

অতএব, 1.8s পরে A বস্তুটির বেগ হবে 17.64 ms^{-1}।

(ঘ) ভূমি ছাড়া বস্তুদ্বয় মিলিত হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যুক্তি দাও।

মনে করি, B বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুটির সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময় t এবং সর্বোচ্চ উচ্চতায় শেষবেগ, v = 0

আদিবেগ, u = 19.6 ms^{-1}

অভিকর্ষজ ত্বরণ, g = 9.8 ms^{-2}

এখন, নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে বেগ,

v = u-gt

বা, 0 = 19.6 ms^{-1}-9.8 ms^{-2}×t [যেহেতু সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠার পর বস্তুটির শেষবেগ,$v = 0ms^{-1}$]

বা, 9.8 ms^{-2}×t = 19.6 ms^{-1}

∴ $t = \frac{19.6\ ms^{-1}}{9.8\ ms^{-2}} = 2s$

এখন, মনে করি, 2s এ বস্তুটি সর্বোচ্চ h উচ্চতা পর্যন্ত অতিক্রম করেছে।

আমরা জানি,

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2$

$=19.6ms^{-1} \times 2s - \frac{1}{2}\times 9.8\ ms^{-2}\times(2s)^2$

=39.2m - 19.6m

∴ h=19.6m

আবার, মনে করি, A বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুটির h'= (120 – 19.6)m বা 100.4 m নামতে প্রয়োজনীয় সময় t' হলে,

এখন, আমরা জানি,

$$h' = ut' + \frac{1}{2} gt'^2$$

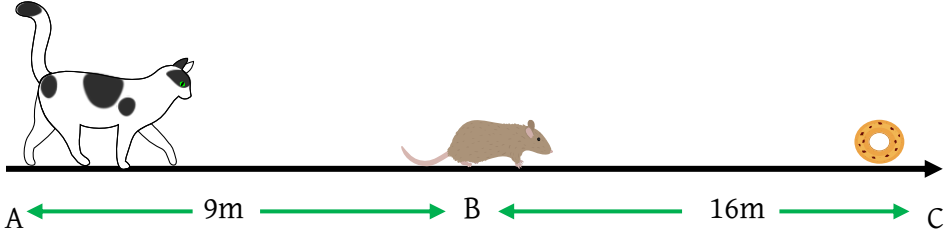
বা, $100.4\text{m} = 0\times t' + \frac{1}{2} \times 9.8\ ms^{-2}\times t'^2$ [A বস্তুর আদিবেগ, $u=0ms^{-1}$]

বা, $4.9\ t^2 = 100.4\ s^2$

বা, $t'^2 = 20.94\ s^2$

∴ $t' = 4.572$

এখানে, A বস্তুটির B বস্তুর সর্বোচ্চ উচ্চতায় নামতে প্রয়োজনীয় সময় 4.572 s। এটি B বস্তুর বিচরণকাল 2s × 2 = 4 s অপেক্ষা বেশি। এজন্য ভূমি ছাড়া A ও B বস্তুদ্বয় মিলিত হবে না।

৪। ঢাকা বোর্ড

C অবস্থানে রক্ষিত রুটি সংগ্রহ করার জন্য একটি ইঁদুর B অবস্থান হতে 0.4 ms^{*1} সমবেগে চলছে। A অবস্থানে বসে থাকা একটি বিড়াল ইঁদুরকে লক্ষ করল এবং ইঁদুরটির আগেই রুটিটি সংগ্রহ করার জন্য 0.02 ms^{*2} সমত্বরণে একই রাস্তা বরাবর ছুটতে থাকল।

(ক) মৌলিক রাশি কাকে বলে?

(খ) "বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না"- ব্যাখ্যা কর।

(গ) B অবস্থানে পৌছাতে বিড়ালটির কত বেগ প্রাপ্ত হতে হবে?

(ঘ) বিড়াটি পৌছানোর পূর্বেই ইঁদুরটির পক্ষে রুটিটি সংগ্রহ করা সম্ভব হবে কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) মৌলিক রাশি কাকে বলে?

যেসব রাশি স্বাধীন বা নিরপেক্ষ অর্থাৎ যে রাশিগুলো অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

(খ) "বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না"-ব্যাখ্যা কর।

আমরা জানি, সময়ের সাথে অসমবেগের পরিবর্তনই ত্বরণ। যদি কোন বস্তুর আদিবেগ u, শেষ বেগ v এবং সময় t হয় তবে বস্তুর ত্বরণ a = $\frac{v-u}{t}$

কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে বস্তুর আদিবেগ ও শেষবেগ একই হলে অর্থাৎ v = u হলে ত্বরণ, a = $\frac{u-u}{t} = \frac{0}{t}$

$\therefore$ a = 0

অর্থাৎ, বেগের পরিবর্তন না হলে বা সুষম বা সমবেগে যদি বস্তু চলতে থাকে তবে ঐ বস্তুটির ত্বরণ থাকে না। অতএব, আমরা বলতে পারি, সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ শূন্য হয়।

(গ) B অবস্থানে পৌছাতে বিড়ালটির কত বেগ প্রাপ্ত হতে হবে?

এখানে, দেওয়া আছে,

A বিন্দুতে বিড়ালের আদিবেগ, u=0 [$\because$ যেহেতু বিড়ালটি স্থির ছিল]

বিড়ালের ত্বরণ, a = 0.02 ms^{-2}

A বিন্দু থেকে B বিন্দুর দূরত্ব, s = 9m

B বিন্দুতে বিড়ালের বেগ, v = ?

ধরি, B বিন্দুতে পৌছাতে বিড়ালের সময় লাগে =1

ীখন, আমরা জানি, সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে, s = ut + $\frac{1}{2}$ at^2

বা, 9m = 0 + $\frac{1}{2}$×0.02 ms^{-2}×t^2

বা, 900s^2= t^2

বা, t =$\sqrt{900}$s

$\therefore$ t =30s

আবার, B অবস্থানে পৌঁছে বিড়ালের বেগ v হলে,

আমরা জানি, $v = u + at$

বা, v = 0+0.02 ms^{-2}×30s =0.6 ms^{-1}

সুতরাং, B অবস্থানে পৌছাতে বিড়ালের বেগ 0.6 ms^{-1} হবে।

(ঘ) বিড়াটি পৌছানোর পূর্বেই ইঁদুরটির পক্ষে রুটিটি সংগ্রহ করা সম্ভব হবে কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

উদ্দীপক অনুসারে, ইঁদুরের পক্ষে তখনই রুটি সংগ্রহ করা সম্ভব হবে যখন ইঁদুরের BC দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়, বিড়ালের AC দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময় অপেক্ষা কম হবে।

এখন, ইঁদুরের ক্ষেত্রে: প্রশ্নানুসারে,

ইঁদুর (B) হতে রুটির (C) দুরত্ব $s_1 = 16m$

ইঁদুরের বেগ, v = 0.4 ms^{-1}

মনে করি, B থেকে C বিন্দুতে পৌঁছতে ইঁদুরের প্রয়োজনীয় সময়, t_1

আমরা জানি, সমবেগে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে, $s_1 = vt_1$

$$t_1 = \frac{s_1}{v} = \frac{16m}{0.4ms^{-1}}$$

$$\therefore t_1 = 40s$$

বিড়ালের ক্ষেত্রে: প্রশ্নানুসারে,

বিড়াল থেকে রুটির দুরত্ব (AC) $s_2 = AB + BC = (9 + 16)m = 25m$

বিড়ালের ত্বরণ, a = 0.02 ms^{-2}

আবার মনে করি, A থেকে C বিন্দুতে যেতে বিড়ালের প্রয়োজনীয় সময়, t_2

এখন, আমরা জানি, সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে, $s_2 = ut_2 + \frac{1}{2} at_2{}^2$

বা, $s_2 = \frac{1}{2} at_2{}^2$ [যেহেতু যাত্রার শুরুতে বিড়ালটি স্থির ছিল]

বা, $t_2 = \sqrt{\frac{2s_2}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 25m}{0.02\ ms^{-2}}} = 50s$

$\therefore$ $t_2 = 50s$

$\therefore$ $t_1 < t_2$

রুটির কাছে ইঁদুরের পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়, t_1, অর্থাৎ, এখানে দেখা যাচ্ছে যে বিড়ালের প্রয়োজনীয় সময় t_2 অপেক্ষা কম।

সুতরাং , ইদুরটি বিড়ালের আগেই C বিন্দুতে পৌছেছিল। তাই ইদুরটি বিড়াল পৌছানোর পূর্বেই রুটিটি সংগ্রহ করতে পেরেছিল।

৫। [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]

সাকিব $30\ ms^{-1}$ বেগে একটি ক্রিকেট বল খাড়া উপরের দিকে ছুড়ে মারল। অপরদিকে একজন ফিল্ডার 40m দূর থেকে $2ms^{-2}$ ত্বরণে স্থির অবস্থান থেকে বলটিকে ধরার জন্য দৌড় শুরু করল।

(ক) বেগ কাকে বলে?

(খ) বস্তুর গড়বেগ শূণ্য হলেও গড় দ্রুতি শূণ্য হয় না ব্যাখ্যা কর।

(গ) বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা নির্ণয় কর।

(ঘ) ভূমিতে পতিত হওয়ার পূর্ব মুহূর্তে ফিল্ডার বলটিকে ধরতে পারবে কী না – গাণিতিকভাবে দেখাও।

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) বেগ কাকে বলে?

সময়ের সাথে কোনো বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।

(খ) বস্তুর গড়বেগ শূণ্য হলেও গড় দ্রুতি শূণ্য হয় না ব্যাখ্যা কর।

কোনো বস্তু একটি বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে আবার যদি সেই বিন্দুতে ফিরে আসে তাহলে সরণ শুণ্য।

আমরা জানি, গড়বেগ $= \frac{\text{মোট সরণ}}{\text{সময়}}$

এক্ষেত্রে যেহেতু মোট সরণ শূণ্য, তাই গড়বেগও শূণ্য।

কিন্তু, গড় দ্রুতি $= \frac{\text{মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{সময়}}$

এক্ষেত্রে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব শুণ্য হয় না। তাই গড় দ্রুতিও শূণ্য হয় না। সুতরাং কোনো বস্তুর গড় বেগ শূণ্য হলেও গড় দ্রুতি শুণ্য নাও হতে পারে।

(গ) বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা নির্ণয় কর।

এখানে, আদিবেগ, u =30 ms^{-1}

অভিকর্ষজ ত্বরণ, g =9.8 ms^{-2}

বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা, H = ?

আমরা জানি, $H = \frac{u^2}{2g}$

$= \frac{(30ms^{-1})^2}{2\times 9.8ms^{-2}}$

$= 45.91m$

$v = u^2 - 2gh$ [v= 0]

$u^2 = 2gh$

$h = \frac{u^2}{2g}$

(ঘ) ভূমিতে পতিত হওয়ার পূর্ব মুহূর্তে ফিল্ডার বলটিকে ধরতে পারবে কী না – গাণিতিকভাবে দেখাও।

এখানে, আদিবেগ, u =30 ms^{-1}

অভিকর্ষজ ত্বরণ, g =9.8 ms^{-2}

আমরা জানি,

বিচরণকাল, $T = \frac{2u}{g}$

$= \frac{2\times 30ms^{-1}}{2\times 9.8ms^{-2}}$

$= 6.122\ s$

T সময়ে ফিল্ডারের অতিক্রান্ত দূরুত্ব, $s = u't + \frac{1}{2}aT^2$

$= 0 + \frac{1}{2}\times 2ms^{-2}\times (6.122\ s)^2$

$= 37.44m$

কিন্তু উদ্দীপক অনুসারে, ব্যাটম্যান হতে ফিল্ডারের দূরত্ব 40m। যেহেতু s<40m অতএব ভূমিতে পতিত হবার পূর্ব মুহূর্তে ফিল্ডার বলটি ধরতে পারবে না।

৬।

সময়, t (s)	0	4	8	12	16	20	24
বেগ, v (ms^{-1})	0	8	16	16	16	8	0

উপরের ছকে একটি চলন্ত গড়ির বিভিন্ন সময়ের বেগের মানের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

(ক) জড়তা কাকে বলে?

(খ) বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তু সমবেগে চলতে পারে কি-না? ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্দীপকের আলোকে সুষমবেগে গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) গাড়িটির ত্বরণ ও মন্দনের মান সমান হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) জড়তা কাকে বলে?

ভর হলো বস্তুর জড়তার পরিমাপক। কোন বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে।

(খ) বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তু সমবেগে চলতে পারে কি-না? ব্যাখ্যা কর।

বৃত্তাকার পথে চলমান কোন বস্তু সমবেগে চলতে পারে না।

কোনো গতিশীল বস্তুকণার বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকলে সেই বস্তুর বেগকে সমবেগ বলে। কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে চলে তার বেগ সমবেগে থাকে। বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তুর বেগের মান অপরিবর্তিত থাকলেও বেগের দিক প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হয়। বৃত্তাকার পথে চলা কালে প্রতিমুহূর্তে বেগ বৃত্তাকার পথের স্পর্শক বরাবর কাজ করে। তাই বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তু সমবেগে চলতে পারে না।

(গ) উদ্দীপকের আলোকে সুষমবেগে গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

উদ্দীপক হতে দেখা যায় যে,

গাড়িটি ১ম $(0-8)s$ সুষম ত্বরণে, পরের $(8-16)s$ সমবেগে এবং শেষ $(16-24)s$ সমমন্দনে চলে।

অর্থাৎ, এখানে সুষমবেগ, $v=16ms^{-1}$

এবং সময়, t=(16-8)s=8s

এখন, সুষমবেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব s হলে,

আমরা জানি,

$$s=vt$$

$$=16\,ms^{-1}\times 8s=128m$$

অতএব, সুষম বেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব 128m।

(ঘ) গাড়িটির ত্বরণ ও মন্দনের মান সমান হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উদ্দীপকে প্রদত্ত ডাটা হতে আমরা পাই,

গাড়িটি ১ম 0s থেকে 8s পর্যন্ত ত্বরণে এবং 16s থেকে 24s পর্যন্ত সমমন্দনে চলে,

এখন $(0-8)s$ এ সুষম ত্বরণ,

$$a_1=\frac{v_1-u_1}{t_1}$$

$$=\frac{(16-0)ms^{-1}}{8s}$$

$$=2ms^{-2}$$

এখানে,

আদিবেগ, $u_1=0$

শেষ বেগ, $v_1=16\,ms^{-1}$

সময়, $t_1=8s$

আবার, শেষোক্ত $(16-24)s$ এ মন্দন a_2 হলে,

$$a_2 = \frac{v_2 - u_2}{t_2}$$

$$= \frac{(0-16)ms^{-1}}{8s}$$

$$\therefore \quad a_2 = -2ms^{-2}$$

$\therefore$ মন্দন $2ms^{-2}$

এখানে,

আদিবেগ, $u_2 = 16\ ms^{-1}$

শেষ বেগ, $v_2 = 0\ ms^{-1}$

সময়, $t_2 = (24-16)s = 8s$

এখানে দেখা যাচ্ছে যে, $a_1 = a_2$ অর্থাৎ, ত্বরণ = মন্দন।
$\therefore$ গাড়িটির ত্বরণ ও মন্দন সমান।

৭।

বন্দুক থেকে একটি গুলি 300 ms^{-1} বেগে বেড়িয়ে গিয়ে একটি কাঠের তক্তায় আঘাত করে। 4cm যাওয়ার পরে বেগ অর্ধেক হারায়। তক্তার পুরত্ব 6cm।

(ক) সরণ, গতি, ত্বরণ, সময় ইত্যাদির সংজ্ঞা প্রদান করেন কোন বিজ্ঞানী?

(খ) সরণ গতিপথের উপর নির্ভর করে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) গুলিটি সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে কি?

(ঘ) যদি গুলিটি অর্ধেক পুরত্ব গিয়ে দুই তৃতীয়াংশ বেগ হারায় তাহলে সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে কি-না গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর।

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) সরণ, গতি, ত্বরণ, সময় ইত্যাদির সংজ্ঞা প্রদান করেন কোন বিজ্ঞানী?

বিজ্ঞানী গ্যালিলিও সরণ, গতি, ত্বরণ, সময়, ইত্যাদির সংজ্ঞা প্রদান করেন।

(খ) সরণ গতিপথের উপর নির্ভর করে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

আমরা জানি, নির্দিষ্ট দিকে কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারই হলো সরণ। সরণ, ভেক্টর রাশি। কোন বস্তুর আদিঅবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী দূরত্বই হলো- সরণ, অর্থাৎ কোন বস্তু প্রাথমিক অবস্থায় কোথায় ছিলো আর কোথায় গিয়েছে তার মধ্যবর্তী দূরত্বই সরণ। তাই সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না।

(গ) গুলিটি সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে কি?

দেওয়া আছে, গুলিটির আদিবেগ, u=300 ms^{-1}

সরণ, s=40cm=0.04m

শেষ বেগ, v=$\frac{u}{2} = \frac{300}{2}ms^{-1} = 150ms^{-1}$

এখন,

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

বা, $a = \frac{v^2-u^2}{2s} = \frac{(150\,ms^{-1})^2-(300\,ms^{-1})^2}{2\times0.04m}$

বা, $a =$- 843750 ms^{-2}

[$-Ve$ চিহ্ন, নির্দেশ করে গুলিটির মন্দন হয়েছে। অর্থাৎ সময়ের সাথে সাথে গুলিটির বেগ হ্রাস পেয়েছে]

এখন, গুলির অতিক্রান্ত দূরত্ব s_1 হলে,

এক্ষেত্রে,

শেষ বেগ, $v_1{}' = 0ms^{-1}$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as_1$$

বা, $s_1 = \frac{{v_1}^2-u^2}{2a}$

বা, $s_1 = \frac{(0\,ms^{-1})^2-(300\,ms^{-1})^2}{2\times(-843750)}$

বা, $s_1 = \frac{4}{75}m = \frac{4\times100}{75}cm = 5.33ms^{-1}$

এখানে, $s_1 < 6$cm , অর্থাৎ, গুলিটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব তক্তার দূরত্ব অপেক্ষা কম।

অতএব, গুলিটি সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে না।

(ঘ) যদি গুলিটি অর্ধেক পুরত্ব গিয়ে দুই তৃতীয়াংশ বেগ হারায় তাহলে সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে কি-না গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর।

উদ্দীপক অনুসারে, গুলিটির আদিবেগ, u=300 ms^{-1}

এখন, সেহেতু বলা হয়েছে অর্ধেক পুরুত্ব যায় সেক্ষেত্রে,

সরণ, $s' = \frac{6}{2}cm = 3cm = 0.03m$

এবং সেহেতু অর্ধেক পুরুত্ব যাওয়ার পর দুই-তৃতীয়াংশ বেগ হারায় সেহেতু,

শেষ বেগ, $v' = \left(u - \frac{2u}{3}\right) = \frac{u}{3} = \frac{300\ ms^{-1}}{3} = 100ms^{-1}$

এক্ষেত্রে ত্বরণ যদি a' হয়, তাহলে

আমরা জানি,

$$v'^2 = u^2 + 2as'$$

বা, $a' = \frac{v'^2 - u^2}{2s'} = \frac{(100\ ms^{-1})^2 - (300\ ms^{-1})^2}{2 \times 0.03m} = -1.33 \times 10^6 ms^{-2}$

আবার, গুলির অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব s_2' হলে,

$$v_1'^2 = u^2 + 2as_2'$$

বা, $s_2' = \frac{v_1'^2 - u^2}{2a}$

সেহেতু, গুলিটি মোট দুরুত্ব অতিক্রম করার পর থেমে যায় সেহেতু,

শেষ বেগ, $v_1' = 0ms^{-1}$

বা, $s_2' = \frac{(0\ ms^{-1})^2 - (300\ ms^{-1})^2}{2 \times (-1.33 \times 10^6 ms^{-2})} = 0.03375m = 3.375\ cm$

এখানে, $s_2 < 6$; অর্থাৎ, এক্ষেত্রে মোট অতিক্রান্ত দুরুত্ব তক্তার দুরুত্ব অপেক্ষা ছোট।

অতএব, গুলিটি অর্ধেক দূরত্ব গিয়ে দুই-তৃতীয়াংশ বেগ হারালে সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে না।

৮।

একটি গাড়ি স্থির অবস্থা হতে সুষম ত্বরণে যাত্রা শুরু করে এবং $t = 20$ s সময়ে 400m পথ অতিক্রম করে।

(ক) স্পন্দন গতি কী?

(খ) ঘড়ির কাঁটার গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলা হয় কেন?

(গ) গাড়িটি অর্ধেক সময়ে কতটুকু পথ অতিক্রম করেছিল?

(ঘ) গাড়িটি অর্ধেক পথ অতিক্রম করতে $\frac{t}{\sqrt{2}}$ সময় নেয়- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) স্পন্দন গতি কী?

পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় পূর্বগতির বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিই স্পন্দন গতি।

(খ) ঘড়ির কাঁটার গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলা হয় কেন?

যে গতিতে কোনো বস্তু তার গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে একটি নির্দিষ্ট পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তাই পর্যায় বৃত্ত গতি। ঘড়ির কাঁটা একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর (60 s, 60 minute, 12 hr) গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে অতিক্রম করে। তাই পর্যায়বৃত্ত গতির সংজ্ঞানুসারে ঘড়ির কাঁটার গতি একটি পর্যায়বৃত্ত গতি।

(গ) গাড়িটি অর্ধেক সময়ে কতটুকু পথ অতিক্রম করেছিল?

দেওয়া আছে, দূরত্ব, $s = 400$ m; সময়, $t = 20$ s; আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

ধরা যাক, গাড়িটির ত্বরণ, a

এখন, আমরা জানি,

$\therefore \quad s = ut + \frac{1}{2}at^2$

বা, $\quad s = 0 + \frac{1}{2}a \times (20\ s)^2$

বা, $\quad a = \frac{2 \times 400\ m}{(20\ s)^2}$

বা, $\quad a = 2ms^{-2}$

এখন, গাড়িটি অর্ধেক সময়ে অর্থাৎ, 10s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s' = ut' + \frac{1}{2}at'^2$

$= 0 + \frac{1}{2} \times 2ms^{-2} \times (10\ s)^2$

$\therefore \quad s' = 100$ m

এখানে,

$t' = 10$ s

$u = 0\ ms^{-1}$

$a = 2ms^{-2}$

অতএব, গাড়িটি অর্ধেক সময়ে 100 m পথ অতিক্রম করেছিল।

(ঘ) গাড়িটি অর্ধেক পথ অতিক্রম করতে $\frac{t}{\sqrt{2}}$ সময় নেয়- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

মনে করি, গড়িটির অর্ধেক পথ অর্থাৎ, $\frac{400}{2} = 200$ m পথ অতিক্রমনে প্রয়োজনীয় সময় t'' অর্থাৎ, $s'' = 200\ m; t'' = ?$

এখন, আমরা জানি,

$s'' = ut'' + \frac{1}{2}at''^2$

বা, $\quad 200\ m = 0 + \frac{1}{2} \times 2ms^{-2} t''^2$

[শুরুতে গাড়িটি স্থির ছিলো স্থির তাই আদিবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$]

বা, $\quad t''^2 = 200\ s^2$

বা, $t''^2 = \sqrt{200\ s}$

বা, $t''^2 = \frac{\sqrt{400}}{\sqrt{2}} s$

বা, $t'' = \frac{20}{\sqrt{2}} s$

বা, $t'' = \frac{t}{\sqrt{2}}$ $[\because t = 20s]$

এখানে দেখা যাচ্ছে যে, $t'' = \frac{t}{\sqrt{2}}$ সতরাং, বলা যায় যে, গাড়িটি অর্ধেক পথ অতিক্রম করতে $\frac{t}{\sqrt{2}}$ সময় নেয়।

৯।

10 ms^{-1} আদি বেগে চলন্ত মোটরসাইকেলের এক ছিনতাইকারী একটি মহিলার হাতব্যাগ ছিনতাই করে 2ms^{-2} ত্বরণে পালানোর সময় 25 m পিছনে থাকা পুলিশ ছিনতাইকারীকে ধাওয়া করল। পুলিশের সর্বোচ্চ বেগ 20 ms^{-1}

(ক) গড় দ্রুতি কাকে বলে?

(খ) বেগ ও দ্রুতির ৩ টি পার্থক্য লিখ।

(গ) যখন উভয়ের বেগ সমান তখন ছিনতাইকারীর দূরত্ব কত?

(ঘ) পুলিশ কি ছিনতাইকারীকে ধরতে সক্ষম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) গড় দ্রুতি কাকে বলে?

বস্তু যদি সুষম গতিতে না চলে তাহলে তার অতিক্রান্ত মোট দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করলে গড়ে প্রতি একক সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব পাওয়া যায়। একে গড় দ্রুতি বলে।

(খ) বেগ ও দ্রুতির ৩ টি পার্থক্য লিখ।

বেগ ও দ্রুতির তিনটি পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হল:

বেগ	দ্রুতি
১। সময়ের সাথে বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।	১। সরল বা বক্রপথে সময়ের সাথে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।
২। বেগ ভেক্টর রাশি।	২। দ্রুতি স্কেলার রাশি।
৩। নির্দিষ্ট দিকে দ্রুতিই বেগ।	৩। বস্তুর বেগের মানই দ্রুতি।

(গ) যখন উভয়ের বেগ সমান তখন ছিনতাইকারীর দূরত্ব কত?

উদ্দীপক অনুযায়ী,

দেওয়া আছে,

ছিনতাইকারীর আদিবেগ, $u=10\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a=2\ ms^{-2}$

এবং পুলিশের সমবেগ, $v=20\ ms^{-1}$

যেহেতু, পুলিশের সমবেগ পরিবর্তিত হবে না সেহেতু পুলিশ ও ছিনতাইকারী উভয়ের বেগ সমান হতে হলে ছিনতাইকারীর বেগ, $v=20ms^{-1}$ হতে হবে,

এখন, ছিনতাইকারীর অতিক্রান্ত দূরত্ব s হলে,

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$2as = v^2 - u^2$$

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a} = \frac{(20ms^{-1}) - (10ms^{-1})^2}{2 \times 2ms^{-2}} = 75\ m$$

অতএব, এখানে দেখা যাচ্ছে যে, যখন উভয়ের বেগ সমান তখন ছিনতাইকারীর কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব 75 m

(ঘ) পুলিশ কি ছিনতাইকারীকে ধরতে সক্ষম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

ধরি, দৌড় শুরু করার t সেকেন্ড পর s_1 দূরত্বে পুলিশ ছিনতাইকারীকে ধরতে পারবে,

এখানে, পুলিশের সমবেগ, $v=20\ ms^{-1}$

আমরা জানি,

$\therefore\quad s_1=vt$

আবার, t সময়ে ছিনতাইকারীর কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

আমরা জানি,

$$s_2 = ut + \frac{1}{2}at^2$$

প্রশ্নমতে,

$s_1 - 25 = s_2$ [যেহেতু, পুলিশ ছিনতাইকারীর 25m পিছনে ছিল]

বা, $vt - 25 = ut + \frac{1}{2}at^2$ [যেহেতু, পুলিশ সমবেগে ছিল তাই $s_1 = vt$ এবং ছিনতাইকারী ত্বরণে ছিল তাই $s_2 = ut + \frac{1}{2}vt^2$]

বা, $20t - 25 = 10t + \frac{1}{2} \times 2 \times t^2$

বা, $t^2 - 10t + 25 = 0$

বা, $(t-5)^2 = 0$

বা, $t - 5 = 0$

$\therefore\ t = 5\, s$

অর্থাৎ, পুলিশ এবং ছিনতাইকারী দৌড় শুরু করার 5s পর এক জায়গায় মিলিত হবে।

অতএব, দৌড় শুরুর 5 s সময়ে পুলিশ ছিনতাইকারীকে ধরতে পারবে।

SOLVED MCQ

১। একটি বস্তু একটি স্থান থেকে 4m সোজা পূর্বদিকে গিয়ে সেখান থেকে সোজা উত্তর দিকে 3 m অতিক্রম করল। বস্তুটির দূরত্ব ও সরণের পার্থক্য কত মিটার? [দি. বো. '১৬]

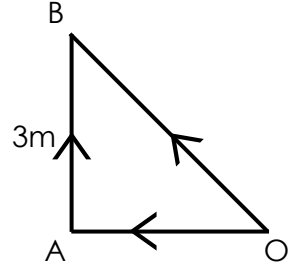
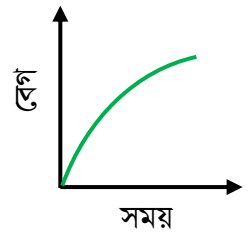
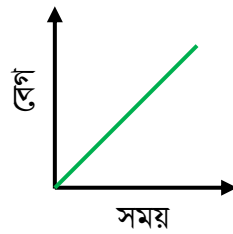
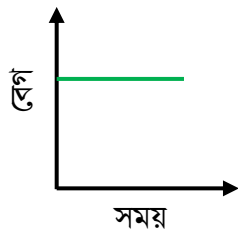
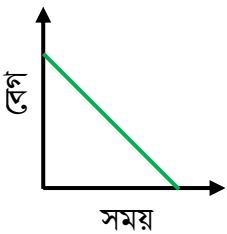
ক। 7 খ। 5 । 2 ঘ। 1

ব্যাখ্যা:

অতিক্রান্ত দুরত্ব = 4+3 m

= 7 m

∴ সরণ, OB=$\sqrt{OA^2 + AB^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5m$

পার্থক্য = 7-5=2m

২। নিচের বেগ-সময় লেখচিত্রের কোনটি মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর লেখচিত্র নির্দেশ করে?

ক। A খ। B ✓। C ঘ। D

৩। একটি বাক্সকে ধাক্কা দিলে এটি না উল্টিয়ে যে গতি লাভ করে তা— [য. বো. '১৫]

ক। স্পন্দন গতি খ। চলন গতি গ। পর্যায় গতি ঘ। ঘূর্ণন গতি

৪। একটি গাড়ির বেগ 30 ms^{-1} থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 5 s পরে 10 ms^{-1} হয় গাড়িটির ত্বরণ কত ? [রা. বো. '১৫]

ক। -8 m s^{-2} খ। 8 m s^{-2} গ। -4 m s^{-2} ঘ। 4 m s^{-2}

ব্যাখ্যা:

এখানে,

u=30 ms^{-1}, v=10 ms^{-1}, t=5 s

আমরা জানি,

$$a = \frac{v-u}{t}$$

বা, $a = \frac{10-30}{5} = -4ms^{-2}$

৫। মুক্তভাবে পড়ন্ত সকল বস্তু— [ঢা. বো. '১৬]

i. সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে

ii. ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছে

iii. এর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক

নিচের কোনটি সঠিক?

ক। i ও ii i ও iii গ। ii ও iii ঘ। i,ii ও iii

❖ নিচে একটি গাড়ির নির্দিষ্ট সময় পর পর তার সরণের একটি সারণি দেওয়া হল–

সময়, t (s)	0	10	20	30	40
বেগ, v (ms^{-1})	0	5	10	10	5

উদ্দীপকের আলোকে ৬ ও ৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

৬। যাত্রার 10 s পর গড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত? [দি. বো. '১5]

ক। 50 m খ। 25 m গ। 5 m ঘ। 2 m

ব্যাখ্যা:

এখানে,

$u = 0, v = 5, t = 10\ s$

আমরা জানি,

$s = (\frac{u+v}{2})\ t$

বা, $s = \frac{0+5}{2} \times 10 = 25\ m$

৭। স্থির অবস্থান হতে প্রতি 10 সেকেন্ড পর পর গাড়িটির গতির প্রকৃতি সম্পর্কে নিচের কোনটি সত্য? [দি. বো. '১5]

ক। সমত্বরণ, সমবেগ ও সমমন্দন

খ। সমবেগ, সমত্বরণ ও সমবেগ

গ। সমবেগ, সমত্বরণ ও সমমন্দন

ঘ। সমত্বরণ, সমমন্দন ও সমবেগ

৮। চলন্ত ট্রেনে দুই বন্ধু যদি মুখোমুখি বসে থাকে, তবে একজনের সাপেক্ষে অন্যজনের অবস্থানকে কী বলে?

ক। আপেক্ষিক স্থিতি

খ। আপেক্ষিক গতি

গ। পরম স্থিতি

ঘ। পরম গতি

৯। নিচের কোনটি পর্যায়বৃত্ত গতির উদাহরণ?

ক। সোজা রাস্তায় গাড়ির গতি

খ। টেবিলের উপর বইয়ের গতি

গ। ঘড়ির কাঁটার গতি

ঘ। সুর শলাকার গতি

১০। নিচের কোনটি স্কেলার রাশি?

ক। তড়িৎ তিব্রতা

খ। ওজন

গ। তাপমাত্রা

ঘ। মন্দন

১১। কোন বস্তু 50 সেকেন্ডে 100 মিটার দূরত্ব অতিক্রম করলে তার দ্রুতি কত হবে? (প্রয়োগ)

ক। $50\ m\,s^{-1}$

খ। $100\ m\,s^{-1}$

গ। $4\ m\,s^{-1}$

ঘ। $2\ m\,s^{-1}$

ব্যাখ্যা:

এখানে,

সময়, $t = 50\ s$ এবং দূরত্ব, $s = 100\ m$

আমরা জানি,

$$\text{দ্রুতি} = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{100\ m}{50\ s} = 2\ m\,s^{-1}$$

১২। একটি বস্তু বৃত্তাকার পথে একবার ঘুরে আসলে তার সরণ কত? (অনুধাবন)

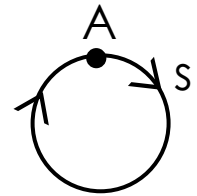
ক। 0

খ। πr^2

গ। $2r$

ঘ। $2\pi r$

ব্যাখ্যা:

প্রশ্নানুসারে, চিত্রের A বিন্দু থেকে কোনো বস্তু যখন ঘুরে আবার A বিন্দুতে আসে তখন বস্তুর সরণ শুণ্য হয়।

১৩। একটি রাইফেল থেকে 1000 ms^{-1} বেগে 0.01 kg ভরের একটি বুলেট ছোড়া হলো। রাইফেল এর ভর যদি 2 kg হয়, তবে এর পশ্চাৎ বেগ কত? (প্রয়োগ)

ক। 5 m s^{-1} ✓। -5 m s^{-1} গ। 20 m s^{-1} ঘ। -2 m s^{-1}

ব্যাখ্যা:

রাইফেলের ভর, M=2 kg , গুলির ভর, m=0.01 kg এবং বেগ, v=1000 ms^{-1}

রাইফেলের পশ্চাৎ বেগ, V হলে, আমরা জানি, MV=mv=0

$$\text{বা, } V=\frac{mv}{M} = -\frac{0.01\,kg \times 1000\,ms^{-1}}{2kg}$$

$$\therefore V= -5 \text{ m } s^{-1}$$

সুতরাং, পশ্চাৎ বেগ=-5 m s^{-1}

১৪। সমত্বরণে উপদিকে চলন্ত লিফটে আরোহী নিজেকে মনে করে–। (প্রয়োগ)

ক। হালকা খ। ওজনহীন । ভারী ঘ। স্বাভাবিক

ব্যাখ্যা:

আমরা জানি,

কোন বস্তুর ভর, m এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ, g হলে, বস্তুর ওজন = mg

যদি a সমত্বরণে বস্তুটি চলন্ত লিফটে উপরের দিকে উঠে তাহলে লিফটের ভিতরে ত্বরণ = g-(-a)=(g+a)

অতএব,

লিফটের ভিতরে বস্তুর ওজন =m(g+a) যা বস্তুর প্রাথমিক ওজনের চেয়ে বেশি। তাই সমত্বরণে উপরের দিকে চলন্ত লিফটে আরোহী নিজেকে ভারী মনে করে।

১৫। L-T^2 লেখটি কেমন হবে? (প্রয়োগ)

ক। বক্ররেখা । সরলরেখা গ। বৃত্তাকার ঘ। অধিবৃত্ত

১৬। $10\ ms^{-1}$ সমবেগে চলমান 1 kg বস্তুর ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

। $0\ \mathrm{m}\, s^{-2}$ খ। $10\ \mathrm{m}\, s^{-2}$ গ। $9.8\ \mathrm{m}\, s^{-2}$ ঘ। $98\ \mathrm{m}\, s^{-2}$

ব্যাখ্যা:

ত্বরণ হলো বস্তুর অসমবেগের পরিবর্তনের হার। যেহেতু সমবেগে বস্তুর বেগ অপরিবর্তিত থাকে সেহেতু সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ সর্বদা শূন্য হবে।

১৭। স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলতে থাকা কোনো বস্তুর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? (উচ্চতর দক্ষতা)

। $v \propto t$ খ। $v \propto s$ গ। $s \propto t$ ঘ। $v^2 \propto \sqrt{s}$

ব্যাখ্যা:

গতির সমীকরণ থেকে পাই,

$$v = u + at$$

$v = at$; যেহেতু স্থির অবস্থান থেকে চলমান

আবার,

সুষম ত্বরণে চলমান বলে বস্তুর ত্বরণ ধ্রুব থাকে। অর্থাৎ, $v \propto t$

১৮। একটি রাইফেলের গুলি কেবল 0.5 m পুরু একটি তক্তাকে ভেদ করতে পারে। গুলির বেগ দ্বিগুণ করা হলে এরূপ কতটি তক্তা ভেদ করতে পারবে? (প্রয়োগ)

ক। 2 টি খ। 3 টি । 4 টি ঘ। 5 টি

ব্যাখ্যা:

গুলির ভর, m এবং বেগ, v হলে 0.5 m পুরু একটি তক্তা ভেদ করতে গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

যদি বেগ দ্বিগুণ হয়, $E_{\mu_2} = \frac{1}{2}m(2v)^2 = 4 \times \frac{1}{2}mv^2$ অর্থাৎ, $E_{\mu_2} = 4 \times E_{k_1}$

অতএব,

গুলির বেগ দ্বিগুণ হলে 0.5 m এর চারটি তক্তা ভেদ করতে পারবে।

অর্থাৎ, [বেগ]২ অতিক্রান্ত তক্তার সংখ্যা । $\therefore v^2 = n$

১৯। নিচের কোনটি অভিকর্ষ বল? (অনুধাবন)

ক। দুইটি ইটের মধ্যবর্তী বল

খ। মানুষ ও গাছের মধ্যবর

। পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী বল

ঘ। সূর্য ও চাঁদের মধ্যবর্তি বল

২০। ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর রাশিমালা কোনটি? (প্রয়োগ)

ক। $g=\frac{GR}{M^2}$

। $g=\frac{GM}{R^2}$

গ। $g=\frac{RM}{G^2}$

ঘ। $g=\frac{GR^2}{M}$

২১। g এর আদর্শ মান কত? (জ্ঞান)

ক। $9.90665\ ms^{-2}$

খ। $9.70665\ ms^{-2}$

। $9.80665\ ms^{-2}$

ঘ। $9.50665\ ms^{-2}$

ব্যাখ্যা:

ভূ-পৃষ্ঠে সর্বত্র g-এর মান সমান নয় বলে 45° অক্ষাংশে সমুদ্র সমতলে g-এর মানকে আদর্শ মান ধরা হয়। g-এর আদর্শ মান $9.80665\ ms^{-2}$। হিসেবের সুবিধার জন্য আদর্শ মান ধরা হয় $9.8\ ms^{-2}$ বা $9.81\ ms^{-2}$।

২২। নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)

ক। $h \propto \sqrt{t}$

খ। $h \propto t$

গ। $h \propto \frac{1}{t^2}$

। $h \propto t^2$

ব্যাখ্যা:

পড়ন্ত বস্তুর ৩য় সূত্র মতে,

“স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব (h) অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের (t) বর্গের সমানুপাতিক” অর্থাৎ $h \propto t^2$

২৩। রৈখিকভাবে গতিশীল বস্তু—

i. সরলরেখা বরাবর গতিশীল

ii. এর গতি সরলরেখার উপর সীমাবদ্ধ

iii. কোন নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে বস্তুকণার দূরত্ব অপরিবর্তিত থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক। i ও ii   খ। i ও iii   গ। ii ও iii   ঘ। i,ii ও iii

ব্যাখ্যা:

কোনো বস্তু যদি একটি সরলরেখা বরাবর গতিশীল হয় অর্থাৎ কোনো বস্তুর গতি যদি একটি সরল রেখায় সীমাবদ্ধ থাকে, তাহলে তার গতিকে রৈখিক গতি বলে।

২৪। ঘড়ির কাঁটার গতি হচ্ছে—

i. ঘূর্ণন গতি

ii. চলন গতি

iii. পর্যায়বৃত্ত গতি

নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)

ক। i ও ii   খ। i ও iii   গ। ii ও iii   ঘ। i,ii ও iii

২৫। স্থির অবস্থান থেকে একটি কণা 5 cm s^{-2} সমত্বরণে কোন নির্দিষ্ট সরলরেখা বরাবর চলছে—

i. 3 s এর পর বেগ 15 cm s^{-1}

ii. 4 s এর পর বেগ 22 cm s^{-1}

iii. 3 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব 22.5 cm

নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)

ক। i ও ii খ। i ও iii গ। ii ও iii ঘ। i,ii ও iii

ব্যাখ্যা:

সমত্বরণ, a= 5 ms^{-2} এবং আদিবেগ না থাকায়,

$t_1 = 4s$ পর বেগ, $v = at_1 = 5 \times 4 = 20\ ms^{-1}$

$t_2 = 3s$ পর বেগ, $v = at_2 = 5 \times 3 = 15\ ms^{-1}$

২৬। 54 km h^{-1} বেগে চলন্ত গড়িতে 5 s যাবত 4 ms^{-2} ত্বরণ প্রয়োগ করা হলে গাড়িটির—

i. শেষ বেগ 35 ms^{-1}

ii. অতিক্রান্ত দূরত্ব 125 m

iii. আদি বেগ 15 ms^{-1}

নিচের কোনটি সঠিক?

ক। i ও ii খ। i ও iii গ। ii ও iii ঘ। i,ii ও iii

ব্যাখ্যা:

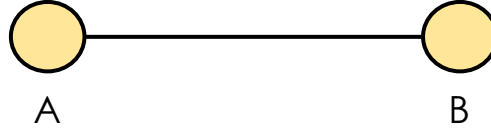
আদিবেগ, $u = 54\ km\ h^{-1} = \frac{54 \times 1000}{3600} ms^{-1}$

অর্থাৎ,

$u = 15 ms^{-1}$, সময়, $t = 5$ s, ত্বরণ, $a = 4\ ms^{-2}$

শেষবেগ, $v = u + at = 15 + 4 \times 5 = 35\ ms^{-1}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ut + \frac{1}{2} at^2 = 15 \times 5 + \frac{1}{2} \times 4 \times 5^2 = 125$ m

❖

একটি বস্তু A অবস্থান থেকে B অবস্থানে 7 s এ স্থানান্তরিত হয়। এ সময় বস্তুটির বেগ 3 ms^{-1} থেকে 31 ms^{-1} এ উন্নিত হয়।

উদ্দীপকের আলোকে ২৭ ও ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

২৭। মিটার/সেকেন্ড² এককে বস্তুটির ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

ক। 1.0 খ। 2.0 গ। 3.0 ঘ। 4.0

ব্যাখ্যা:

আমরা জানি

, $a = \frac{v-u}{t} = \frac{31-3}{7} = 4ms^{-2}$

২৮। উক্ত সময়ে বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব কত হবে? (প্রয়োগ)

ক। 45 m খ। 47 m গ। 49 m ✔। 119 m

ব্যাখ্যা:

দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র: $s = ut+\frac{1}{2}at^2$

যেখানে,

u = বস্তুর আদিবেগ, t= দূরত্বের অতিক্রান্ত সময়, a= ত্বরণ।

প্রশ্নে উল্লেখিত মানগুলো উপর্যুক্ত সূত্রে বসালে সঠিক মান 119 m পাওয়া যাবে।

❖ A m উঁচু দালানের ছাদ থেকে কোন বস্তুকে ছেড়ে দিলে তা 31.3 ms^{-1} বেগে ভূমিকে আঘাত করে।

উপরোক্ত তথ্যের আলোকে ২৯ - ৩১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

২৯। নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)

ক। বস্তুটি সুষম ত্বরণে পড়ে

খ। বস্তুটির বেগ 31.3 ms^{-1}

গ। বস্তুটি পড়ন্ত বস্তুর সূত্রকে সমর্থন করবে

ঘ। বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব বেগ 31.3 ms^{-1}

৩০। A এর মান কত? (প্রয়োগ)

ক। 5 m

খ। 31 m

গ। 50 m

ঘ। 100 m

ব্যাখ্যা:

এখানে,

$v = 31.3\ ms^{-1}$

$g = 9.8\ ms^{-1}$

$u = 0$

আমরা জানি

$, v^2 = u^2 + 2gh$

বা, $2gh = v^2 - u^2$

বা, $h = \frac{v^2 - u^2}{2g} = 49.98 = 50m = A$

৩১। উদ্দীপকের তথ্য মতে—

i. বস্তুটির আদিবেগ শুণ্য

ii. বস্তুটির শেষবেগ শূণ্য

iii. বস্তুটি অভিকর্ষজ বলের প্রভাবে পড়ে

নিচের কোনটি সঠিক? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক। i ও ii

খ। i ও iii

গ। ii ও iii

ঘ। i, ii ও iii

৩২। কোন গাড়ির বেগ 15 ms^{-1} সুষমভাবে বৃদ্ধি পেয়ে 10 s পরে 75 ms^{-1} হয়। গাড়িটির ত্বরণ কত?

[সি. বো. '১৫]

ক। $2\ m\,s^{-2}$ খ। $3\ m\,s^{-2}$ ✔গ। $6\ m\,s^{-2}$ ঘ। $5\ m\,s^{-2}$

ব্যাখ্যা:

এখানে,

$u = 15\ ms^{-1}, t = 10\ s, v = 75\ ms^{-1}$

আমরা জানি,

$a = \frac{v-u}{t}$

বা, $a = \frac{75-15}{10} = 6\ ms^{-2}$

৩৩। 10 m ব্যাসবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে পরিধির এক-চতুর্থাংশ অতিক্রম করলে সরণ কত হবে?

[কু. বো. '১৫]

✔ক। 7.854 m খ। 7.071 m গ। 5 m ঘ। 2.5 m

ব্যাখ্যা:

$\frac{1}{4} \times \pi r = \frac{1}{4} \times \pi \times 10$

$= 7.854\ m$

৩৪। মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু 1 সেকেন্ডে 0 m দূরত্ব অতিক্রম করলে 5 sec এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

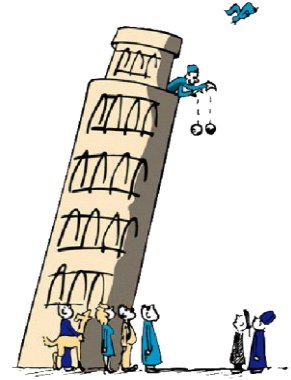
[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক। 5 m　　খ। 15 m　　গ। 25 m　　ঘ। 75 m

ব্যাখ্যা:

1 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $3=\frac{1}{2}\times a \times 1^2$ [$\because$ u = 0]

$\therefore$ a= $6\text{m}s^{-2}$

$\therefore$ 5 s পর দূরত্ব $=\frac{1}{2}\times 6 \times (5)^2 = 75\ m$

৩৫। রনি ও রানার দ্রুতি যথাক্রমে 3 $\text{m}s^{-1}$ এবং 2 $\text{m}s^{-1}$ একই দিকে একই রেখা বরাবর চলতে থাকলে 30 s পর তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত হবে?

[মতিঝিল সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

 ক। 30 m　　খ। 40 m　　গ। 60 m　　ঘ। 150 m

ব্যাখ্যা:

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $s_1 - s_2$

$v_1 t - v_2 t = 30ms^{-1}\times 30$ s - $2ms^{-1}\times 30$ s

= 90 m - 60 m = 30 m

৩৬। স্থির অবস্থান থেকে চলন্ত একটি গাড়িতে 1.5 ms^{-2} ত্বরণ প্রয়োগ করা হলে এর বেগ 18 ms^{-1} হলে কত সময় ধরে ত্বরণ প্রয়োগ করা হয়েছিল? [গবর্নমেন্ট ল্যবরেটরি হাই স্কুল, রাজশাহী]

ক। 10 s খ। 12 s গ। 15 s ঘ। 27 s

ব্যাখ্যা:

আদি বেগ, $h = 0$

শেষ বেগ, $v = 18\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 15\ ms^{-2}$

$\therefore\ a = \frac{v-u}{t}$

বা, $t = \frac{18-0}{1.5} = 12s$

৩৭। নিচের কোন রাশিগুলোর একক অভিন্ন? [আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক। দ্রুতি, সরণ খ। সরণ, ত্বরণ গ। দ্রুতি, বেগ ঘ। দ্রুতি, ত্বরণ

৩৮। সোজা রাস্তায় স্থির অবস্থান থেকে একটি বাস 10 ms^{-2} ত্বরণে চলার সময় 80 m দূরত্বে রাস্তার পাশে দাঁড়ানো এক ব্যাক্তিকে কত বেগে অতিক্রম করবে? [হলি ক্রস উচ্চ বালিকা বিদ্যালয়, ঢাকা]

ক। 40 ms^{-1} খ। 20 ms^{-1} গ। 10 ms^{-1} ঘ। 25 ms^{-1}

ব্যাখ্যা:

বাসের আদি বেগ, $u = 0$, ত্বরণ, $a = 10\ ms^{-2}$

$v^2 = u^2 + 2as$

$2\times10\times80 = 1600\ m^2s^{-2}$

$\therefore\ v = 40\ ms^{-1}$

৩৯। সুষম বেগের উদাহরণ কোনটি? [এস. ভি. সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়,কিশোরগঞ্জ]

 ক। শব্দের বেগ

খ। পড়ন্ত বস্তুর বেগ

গ। পৃথিবীর বেগ

ঘ। নিক্ষিপ্ত বস্তুর বেগ

৪০। লেখচিত্রে একটি গতিশীল বস্তুর বেগের প্রকৃত দেখানো হয়েছে। নিম্নের কোন সমীকরণটি তার গতি প্রকৃতির সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ? [সেন্ট জোসেফ উচ্চ মাধ্যমিক বিদ্যালয়,ঢাকা]

ক। v = u+at

খ। s = vt

গ। $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

ঘ। $v^2 = u^2 + 2as$

৪১। “স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে”— এটা কোন সূত্র? [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক। পড়ন্ত বস্তুর প্রথম সূত্র

খ। পড়ন্ত বস্তুর দ্বিতীয় সূত্র

গ। পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্র

ঘ। গতি ২য় সূত্র

৪২। একটি পাথরকে 19.6 m উচ্চতা থেকে মুক্তভাবে ভূ-পৃষ্ঠে পড়তে দেওয়া হলো। শেষ 1 m পথ অতিক্রম করতে পাথরটির কত সময় লাগবে? [বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক। 2 sec খ। 1.95 sec গ। 1 sec ঘ। 0.05 sec ✓

ব্যাখ্যা:

$$g = 9.8\ ms^{-2}, h_1 = 19.6\ m, h_2 = 19.6\ m - 1 = 18.6\ m$$

$$h_1 = ut_1 + \frac{1}{2}gt_1^2$$

বা, $19.6\ m = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8ms^{-2} \times t_1^2$

বা, $4.9t_1^2 ms^{-2} = 19.6m$

বা, $t_1^2 = \frac{19.6m}{4.9ms^{-2}} = 4$

$\therefore\ t_1 = 2\ s$

আবার,

$$h_2 = ut_2 + \frac{1}{2}gt_2^2$$

বা, $18.6m = 0 \times t_2 + \frac{1}{2} \times 9.8ms^{-2} \times t_2^2$

বা, $18.6m = 4.9ms^{-2} \times t_2^2$

বা, $t_2^2 = \frac{18.6m}{4.9ms^{-2}} = 1.95s$

$\therefore\ t = t_1 - t_2$

$= 2\ s - 1.95s$

$= 0.05$ sec

৪৩। যদি একটি বস্তুকে g এর মানের সমান বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হয়, তাহলে কতক্ষণ পর ভূমিতে পতিত হবে? [মতিঝিল মডেল হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক। 1 sec খ। 2 sec ✓ গ। 9.8 sec ঘ। 98 sec

ব্যাখ্যা:

আমরা জানি,

v=u+gt

$t = \frac{v}{g}$ [∵ u=0J] $= \frac{g}{g} v = g = 1s$

∴ পতনের সময়=(1+1)s=2s

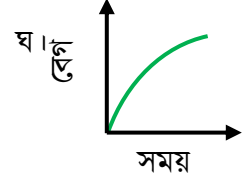
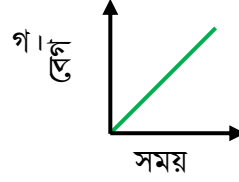
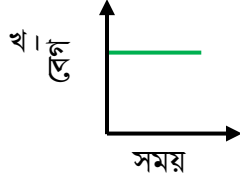
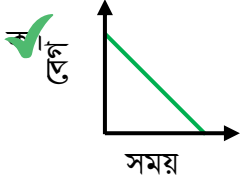
৪৪। ভূমি থেকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে নিচের কোন লেখচিত্রটি প্রযোজ্য?

[বিদ্যাময়ী সরকারি বালিকা উচ্চবিদ্যালয়, ময়মনসিংহ]

ক।

খ।

গ।

ঘ।

৪৫। বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে ত্বরণ বলে। এক্ষেত্রে—

i. একক ms^{-2}

ii. মাত্রা LT^{-2}

iii. অদিক রাশি

নিচের কোনটি সঠিক?

 ক। i ও ii   খ। i ও iii   গ। ii ও iii   ঘ। i,ii ও iii

❖ অনুচ্ছেদটি পড় এবং ৪৬ ও ৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

স্থির অবস্থা থেকে একটি বস্তুকে নিচে পড়তে দেয়া হল বাধাহীনভাবে। $g = 9.8\ ms^{2}$ ধর।

[পুলিশ লাইন মাধ্যমিক বিদ্যালয়, যশোর]

৪৬। কতক্ষণ পর বস্তুর পড়ন্ত বেগ $49\ ms^{-1}$ হবে?

ক। 50 s   খ। 5 s   গ। 20 s   ঘ। 10 s

ব্যাখ্যা:

এখানে,

$u = 0, v = 49\ ms^{-1}, g = 9.8\ ms^{-1}$

আমরা জানি,

$$g = \frac{v-u}{t}$$

বা, $t = \frac{v-u}{g} = \frac{49}{9.8} = 5\ s$

৪৭। 10 s পর বস্তুটি কত নিচে নামবে?

ক। 4.9×10^2m   খ। 4.9×10^3cm   গ। 98 m   ঘ। 49 m

ব্যাখ্যা:

এখানে,

$u = 0, t = 10\ s, g = 9.8\ ms^{-1}$

আমরা জানি,

$$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 9.8 \times 10^2 = 490m = 4.9\times10^2 m$$

৪৮। কোনটি ভেক্টর রাশি?   [মতিঝিল সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

ক। দ্রুতি   খ। কাজ   গ। মন্দন   ঘ। ভর

৪৯। কোন গাড়ির ১ম সেকেন্ডে দ্রুতি $5ms^{-1}$ । গাড়িটি 30 সেকেন্ড চলার পর 33 তম সেকেন্ডে তার দ্রুতি $7ms^{-1}$ । এটা কি দ্রুতি?

ক। গড় দ্রুতি   খ। মোট দ্রুতি   গ। সুষম দ্রুতি   ঘ। তাৎক্ষণিক দ্রুতি

৫০। 5 km h^{-1} সমান কত ms^{-1} হবে? (প্রয়োগ)

ক। $\frac{5}{18}$ খ। $\frac{10}{18}$ গ। $\frac{15}{18}$ ঘ। $\frac{25}{18}$

ব্যাখ্যা:

এখানে, $5\ km\ h^{-1} = \frac{5\times1000m}{3600\ s} = \frac{\mathbf{25}}{\mathbf{18}} ms^{-1}$